

フロンティア分野推進戦略（案）

1. 状況認識

フロンティア分野は、人類にとって未知なる領域を含む宇宙、海洋等の探査・探求、新たな活用領域としての開発・利用等に関する研究開発を推進するものである。第3期基本計画において、本分野は、国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する分野として位置付けられている。本分野では、国の基幹技術を維持・向上しつつ、衛星による通信・測位、地球観測・監視等の宇宙利用、多様な資源・空間を有する海洋利用等により、国民生活の安全・安心と質の向上、経済社会の発展、我が国の総合的な安全保障や地球・人類の持続的発展と国の矜持などへの貢献を目指す。

（1）第2期基本計画期間の総括

第2期科学技術基本計画期間におけるフロンティア分野の予算は、平均して毎年約12%の大幅な減少となった。この原因として、宇宙分野についてはロケットの打上げ失敗や衛星の不具合に対する対策実施の影響等が考えられる。しかしながら、宇宙、海洋の関連経費毎の別の集計では、第2期基本計画期間中、宇宙は毎年平均4%の減少であるものの、海洋については必ずしも減少傾向とは言えず、環境、情報通信、ライフサイエンス等の重点4分野に関連が深い施策については、重点4分野以外の分野であるフロンティア分野よりも重点4分野に集中的に位置付けようとした傾向の影響も含まれると考えられる。

第2期の分野別推進戦略で掲げた宇宙に関連した研究開発目標に対しては、ロケット・衛星の打上げ計画に遅れが生じているが、H-IIA ロケットによる運輸多目的衛星や陸域観測技術衛星の着実な打上げや各種センサ技術、探査技術等の実証及び科学観測などの成果があげられている。

海洋に関連した研究開発は、基礎研究、環境、エネルギー、社会基盤などの分野に分散して位置付けられているが、第2期では、海洋の領域中でもフロンティア開拓型の研究開発をフロンティア分野に位置付け、深海探査技術、海洋微生物利用などで成果があげられている。

（2）当該分野に係わる諸情勢の変化

（宇宙開発利用の主な動向、情勢の変化）

我が国の基幹ロケットであるH-IIA ロケットについては、1～5号機の連続打上げは成功したが、6号機の打上げに失敗した。その後、信頼性確保のための対策を最重視して取り組み、約1年3か月を経て7号機による運輸多目的衛星「ひまわり6号」から8、9号機まで3機を連続して成功させた。

国外においては、スペースシャトル「コロンビア号」の帰還時の事故や米国の新宇宙探査ビジョンの発表を踏まえ、日米欧露加の国際協力の下で進められている国際宇宙ステーション計画が見直される一方、中国の2回の有人宇宙飛行の成功などが注目された。また、宇宙探査の一環として米国、欧州、中国、インド等が月探査計画を発表しており、今後、第3期基本計画期間中に

において月探査分野が国際的な競争環境の中で次のフロンティアとして注目されることが考えられる。

我が国は、小惑星探査機「はやぶさ」やX線、赤外線天文衛星を打上げ、世界最先端の科学技術の実証を行うとともに、科学観測による成果を上げている。

- 5 宇宙関係予算については、第2期基本計画期間中減少を続け、ロケットの打上げや衛星の打上げ計画等に遅れが生じるとともに、プロジェクトの信頼性を左右する、熟練技術者の維持・確保や製造設備の維持・更新が困難となっている。

第2期基本計画期間の当初においては、宇宙開発利用に対する取組の基本等について調査・検討を行うため、総合科学技術会議に宇宙開発利用専門調査会を設置し、「今後の宇宙開発利用に関する取組の基本について」（平成14年6月19日総合科学技術会議決定）を取りまとめた。

- 10 しかし、その後、上に述べたH-IIAロケット6号機の打上げ失敗や米国の新宇宙探査ビジョン等の国内外の状況変化を踏まえ、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」（平成16年9月9日総合科学技術会議決定；以下「基本戦略」という。）として取りまとめた。

「基本戦略」については、現時点において、基幹ロケット等の技術の維持・開発における信頼性の確保を最重視する等の方針は引き続き堅持すべきであり、この分野別戦略においても「基本

- 15 戦略」に基づいた取組を推進する。

（宇宙開発から宇宙の利用・産業化への移行）

我が国の宇宙開発利用は、これまでの研究開発、技術開発を重視した「宇宙開発」の時代から、安全・安心や国民生活の質の向上、総合的な安全保障の確保等を目的とし、地球観測衛星、通信

- 20 放送衛星、測位衛星等の社会インフラとして「宇宙の利用・産業化」を図る時代に移ってきていると考えられる。
- そのため、引き続き信頼性を確保した上で、災害や地球環境の課題解決に向けて、これらの宇宙利用システムが社会に定着、浸透されるよう、より利用ニーズに立脚した研究開発を重視するとともに、利用分野の各施策・プロジェクトと密接な連携の下に推進する。

- 25 社会インフラとしての宇宙（衛星）の利用者は環境、情報通信、社会基盤等の分野に属している。これらについては、利用分野の各施策・プロジェクトとして利用ニーズに即した研究開発を推進するとともに、ロケット・衛星の全体システムとしての調整・統合化の必要性、宇宙利用技術の蓄積・発展等の観点を考慮し、フロンティア分野との密接な連携の下に施策・プロジェクトを推進していく必要がある。

- 30 また、さまざまな高度技術の統合の上に成立つ巨大システム技術であり、打ち上がった後は修正できない「一発勝負」である宇宙技術は、信頼性、耐久性、コスト管理など、ものづくり技術分野の施策にも関連する。

（海洋における主な動向、情勢の変化）

- 35 海洋の分野については第2期基本計画期間中に世界最高の海底掘削能力を持つ地球深部探査船「ちきゅう」が完成した。「ちきゅう」は日米が主導する統合国際深海掘削計画（IODP）の主

要掘削船であり、今後、人類未踏の地球内部に関する知見を深めるだけでなく、海溝型地震の監視・観測網の構築や資源探査などへの貢献も期待されている。また、自律型無人潜水機「うらしま」が世界最長の潜水記録を達成するなど、海洋の分野のうち深海底の探査・観測は我が国が諸外国に対し優位に立つ有力な分野であり、研究開発・技術開発について世界の最先端維持・向上を目指す戦略をとる必要がある。

我が国は、国連海洋法条約の締結により、国土の約 12 倍、世界第 6 位となる約 447 万 km² の広大な排他的経済水域（EEZ）及び大陸棚において主権的権利を有することになる。大陸棚に関しては、地形・地質が一定の条件を満たしている場合さらに延伸する可能性がある。そのため、日本周辺における海洋基礎調査の必要性が急速に高まっており、特に海域境界設定、大陸棚限界画
10 定および沖ノ鳥島などの遠隔離島とその周辺の活用は緊急の課題となっている。また、近年の原油高を反映し、世界中の海域で海洋資源開発のための探査・開発活動が活発化している。

また、スマトラ沖大地震・津波や我が国の沿岸における大型台風の来襲により、海底地震や津波、高潮などに対する国民の防災への要請が高まってきている。

15 （海洋における利用を重視した取組の推進）

陸域の資源に恵まれず、四方を海に囲まれた我が国にとって、海洋資源、海洋空間・機能の利用に関しては、食料、資源・エネルギー基盤の強化、新産業の創出の面から研究開発を進める必要がある。海底資源を巡る周辺諸国との関係を考えた場合、それらの技術開発は、我が国の安全保障、海洋権益の確保にもつながるものである。さらに、海洋空間・機能の利用により、CO₂ の
20 海洋貯留等の地球環境諸問題の解決に資する可能性をも秘めている。

海洋の多様な資源や空間を利用するための海洋技術は、センシング、海中情報伝達、洋上プラットフォーム技術等の要素技術が融合した分野横断的な先端的研究開発が必要であり、このような取組を推進する必要がある。

25 （包括的な利用システムの開発）

宇宙・海洋の利用を重視した取組においては、人工衛星や海洋探査船、地上・海上等の現場観測など多様な観測・探査等のシステムを融合させた包括的なデータの運用と処理が必要である。これは我が国が独自に、災害や危機の情報および地球観測の情報等をデータセットとして一元的に管理するものであり、我が国が災害や地球環境問題の解決に積極的かつ主導的に取り組むため
30 の基盤となるものである。

（3）当該分野の将来的な波及効果の客観評価

科学技術政策研究所のデルファイ調査報告書結果において、安全・安心社会の宇宙・海洋・地球技術、地球環境高精度観測・変動予測技術、深海底観測調査技術が政府関与の必要性、及び欧米に対する研究開発水準が高く、科学技術インパクト・経済的インパクト・社会インパクトから
35 成る総合インパクト（波及効果）が高い研究領域とされている。

フロンティア分野の特徴として、ほぼ全ての課題が、全分野平均に対して政府関与の必要性が高いと評価されている。

2. 重要な研究開発課題

デルファイ調査などによる将来的な波及効果、我が国の国際的な科学技術の位置・水準、政策目標への貢献度、官民の役割分担の観点から、重要な研究開発課題を宇宙と海洋に分けて示す。

5

<宇宙>

デルファイ調査において、安全・安心社会や地球環境の観測等に関わる宇宙関連技術は、研究開発水準が高く、波及効果が大きいとされている。また、飛躍知の発見・発明から安全が誇りとなる国まで、ほぼ全ての政策目標の実現に広く貢献する。官民の役割として、官はリスクの高い研究・開発・実証を実施、民は事業化・産業化を目指すという方針があるが、デルファイ調査で評価されたように、官民の役割からはほぼ全ての課題を官が主体で取り組むべき研究開発課題となる。これらを踏まえ、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」の推進戦略に基づき、宇宙開発利用および宇宙科学それぞれの重要な研究開発課題は以下の通りである。

- 宇宙輸送システム
- 15 ○ 通信放送衛星システム、測位衛星システム、衛星観測監視システム、衛星基盤・センサ技術
- 有人宇宙活動技術
- 太陽系探査、宇宙天文観測

20 <海洋>

デルファイ調査において、安全・安心社会に関わる海洋・地球関連技術、深海底観測調査技術は、研究開発水準が高く、波及効果が大きいとされている。また、宇宙と同様に大部分が官を中心とした取組の必要性が高い。さらに、科学技術の限界突破から安全が誇りになる国まで広範囲の政策目標の実現に広く貢献する。これらを踏まえ、我が国の安全保障、海洋権益の確保にも寄与する重要な課題として、我が国の研究開発水準が高い深海底の探査・観測を中心とした研究、ならびに社会的ニーズの高い海洋の環境および資源・エネルギーに関する研究開発、さらに安全に係わる研究開発について、以下のような研究開発課題に取り組む必要がある。

- 深海・深海底探査技術、海洋生物資源利用技術
- 海洋環境観測・予測技術、海洋利用技術、海洋環境保全技術
- 30 ○ 地球内部構造解明研究、海底地震・津波防災技術

3. 研究開発の目標

選定された重要な研究開発課題毎に、当該研究開発により第3期基本計画期間中に達成を目指す技術的目標と最終的に目指す技術的目標を示す。並びに、当該研究開発により最終的に社会・

5 国民に還元する具体的な成果目標を示す。（別表参照）

4. 研究開発の推進方策 ～ 「活きた戦略」の実現

(1) 産学官・府省間・機関間の連携強化

宇宙科学においては、研究者コミュニティの総意を反映した科学衛星計画が定められており、国際的に評価される成果が上がっている。一方で、宇宙開発利用については国レベルで宇宙活動全体を統括する一元的な枠組みが必要であるとの意見がある。また、利用者の総意が反映されていないとの意見もあり、学協会のネットワーク、産業界、アカデミア等を活用して、健全な利用者コミュニティの形成とその評価・調整の場が必要である。さらに、今後の宇宙利用分野を見据え、ニーズに即した官民共同プロジェクト等を推進していくことにより、宇宙利用の拡大を図ることも重要である。

海洋分野についても、海洋開発を含めて産学官の研究開発コミュニティを形成し、一元的な取組を推進することが必要である。また、海洋開発関係省庁連絡会議等によって、関係省庁の密接な連携を図るには限界があり、食料、資源・エネルギー基盤の強化、新産業の創出および我が国の安全保障、海洋権益の確保のために、より一層の府省間連携の方策を検討する必要がある。

海洋や地球の観測は、宇宙分野においても重要な課題となっている。また、海底地下生命探査は、地球外生命探査と極限環境における生命探査の点で共通性がある。技術、アウトリーチや教育など、宇宙と海洋両者の協力ができる領域が存在することから、大規模な先端技術を持つ宇宙機関、海洋機関と、大学における研究・教育との間の、さらに効率的な連携を検討する必要がある。

(2) 人材の育成

未知なる宇宙や海洋のフロンティアへの挑戦など、フロンティア分野の各種活動は、科学技術に関する国民の高い関心を集め、活動科学技術創造立国を標榜する我が国において、科学技術全体への理解増進につながる効果的なイベントとなる場合が多い。これらを通じ、国民、特に若い世代に夢と希望やチャレンジ精神を与えることは、将来に対する我が国の活力を与えるものである。

特に、フロンティア分野の研究開発は、子どもたちの好奇心をかきたて、科学技術の世界に誘うものであることから、第3期基本計画で示されている「次代の科学技術を担う人材の裾野の拡大」に沿って、初等中等教育段階から子どもが科学技術に親しみ、学ぶ環境を形成されることに大きく貢献できる面を考慮する必要がある。すなわち、宇宙・海洋の専門知識を有する人材や施設を活用した教育の実施、体験的な学習機会の支援・提供、子どもの関心を引く宇宙・海洋の教材の作成・提供、並びに魅力ある授業のできる教員の養成と資質向上への貢献等について積極的に取り組むべきである。

人材育成の観点も含め、大学における宇宙科学、宇宙工学、海洋科学、海洋工学の基礎研究の推進を図る必要がある。

（３）柔軟な分野別推進戦略の展開方策

内外の情勢変化等に対応し、フロンティア分野推進戦略を必要に応じ随時見直すべきである。そのためには、新たな技術や領域を迅速に収集・共有できる仕組みを整備するとともに、定期的に見直しを行う場を設けること等を検討する必要がある。

- 5 開発には予期せぬことが起きるため、当初に決めた総予算に縛られるのではなく、適切な評価・判断に基づくプロジェクトの柔軟な運営にも配慮すべきである。

「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」（平成 16 年 9 月）は今後 10 年程度を見据えた宇宙開発利用の取組を示した戦略、「分野別推進戦略」は第 3 期基本計画期間中の資源配分方針のベースとなる重点的な研究課題等を示した計画である。分野別推進戦略の見直しに伴い、軽微な点で「基本戦略」との乖離が生じた場合、分野別推進戦略を優先する。

10

（４）国際協力・連携の推進

フロンティア分野の大規模なプロジェクトを効果的・効率的に推進するためには国際協力・連携が不可欠であり、相手国や状況、我が国に期待される役割を踏まえ、多角的に推進する必要がある。先進諸国との連携にあたっては、我が国の比較優位分野の技術を考慮し、相手国との間で相互補完となる協力を推進すべきである。アジア地域に対しては、宇宙利用技術を活用した災害対策等に関する情報提供などの具体的な連携・協力を今後さらに推進していく必要がある。

15

「総合科学技術会議 基本政策専門調査会
フロンティア分野推進戦略プロジェクトチーム」審議過程

第１回 平成１７年１２月１５日

- プロジェクトチームの当面の運営について
- 分野別ＰＴにおける推進戦略策定に係る共通立案方針について
- フロンティア分野の現状と課題について

第２回 平成１８年１月２４日

- 分野別推進戦略における研究開発の選択と集中の作業方針について
- 重要な研究開発課題について
(総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省から説明)
- 安全に資する科学技術の推進について
- 分野別推進戦略（骨子）案－重要な研究開発課題－について

第３回 平成１８年２月７日

- 温暖化対策技術調査検討WGの検討結果について
- 重要な研究開発課題について
- 戦略重点科学技術について

第４回 平成１８年３月７日

- 分野別推進戦略について
- その他

フロンティア分野推進戦略プロジェクトチームメンバー

座長 柘植 綾夫 総合科学技術会議議員
阿部 博之 総合科学技術会議議員

(招聘専門家)

青木 節子 慶應義塾大学 総合政策学部 教授
井口 雅一 文部科学省 宇宙開発委員会 委員長
今脇 資郎 九州大学 応用力学研究所長
大林 成行 香川大学 客員教授／国土情報技術研究所 代表
主査 久保田 弘敏 東海大学 総合科学技術研究所 教授
小池 俊雄 東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻 教授
河野 通方 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
佐藤 勝彦 東京大学大学院 理学系研究科 教授
茂原 正道 Techno Office Frontiers 代表
平 朝彦 (独) 海洋研究開発機構 地球深部探査センター センター長
高畑 文雄 早稲田大学 理工学術院 教授
立川 敬二 (独) 宇宙航空研究開発機構 理事長
田中 明彦 東京大学 東洋文化研究所長
谷口 一郎 (社) 日本経済団体連合会 宇宙開発利用推進会議 会長
中須賀 真一 東京大学大学院 工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授
湯原 哲夫 東京大学大学院 工学系研究科環境海洋工学専攻 教授

(敬称略)